

**USO DO GEOPROCESSAMENTO NA INTERPOLAÇÃO DE
DADOS PLUVIOMÉTRICOS NO MUNICÍPIO DE JUNCO DO
SERIDÓ, PB**

Davi Rodrigues Rabelo

Iaponan Cardins de Sousa Almeida

*Geografia***RESUMO**

No geoprocessamento, os métodos de interpolação são ferramentas utilizadas para gerar dados espaçados de uma determinada variável a partir de levantamentos de dados pontuais. O objetivo do presente trabalho é utilizar esse método aplicado aos fenômenos atmosféricos que atuam no semiárido brasileiro e entender sua variabilidade e distribuição. Diante disso, utilizou-se um levantamento de dados pluviométricos de 20 anos e suas médias anuais e mensais, posteriormente foi utilizado o método da krigagem através de *software* de geoprocessamento para a distribuição e mapeamento desses dados atmosféricos. Foram gerados tabela, gráfico e mapa para que possa entender a dinâmica atmosférica que atua no município de Junco do Seridó – PB, com isso, a distribuição dessa chuva no município tem baixa variedade, no entanto, a variação de médias anuais durante os 20 anos é bastante significativa entre anos secos e chuvosos, este último, está diretamente ligado a erosividade nos processos erosivos que ocorre no município. Portanto, o geoprocessamento é uma ferramenta que auxilia a esse tipo de estudo e que pode ajudar o planejamento hídrico quanto ambiental para que busque ideias de conservação ambiental.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Fenômenos Atmosféricos. Krigagem.

**USE OF GEOPROCESSING IN THE INTERPOLATION OF PLUVIOMETRIC DATA IN
THE MUNICIPALITY OF JUNCO DO SERIDÓ, PB****Abstract**

In geoprocessing, interpolation methods are tools used to generate data that is spaced from a given variable from point data surveys. The objective of this work is to use this method applied to the atmospheric phenomena that operate in the Brazilian semi-arid region and to understand its variability and distribution. Therefore, a 20-year rainfall data survey and its annual and monthly averages were used, later the kriging method was used through geoprocessing software for the distribution and mapping of these atmospheric data. A chart, chart and map were generated so that it can understand the atmospheric dynamics that operate in the municipality of Junco do Seridó - PB, with this, the distribution of this rain in the municipality has low variety, however, the variation of annual averages over the 20 years is very significant between dry and rainy years, the latter is directly linked to erosivity in the erosive processes that occurs in the municipality. Therefore, geoprocessing is a tool that helps this type of study and can help water planning and environmental planning to seek environmental conservation ideas.

Keyword: Geoprocessing. Atmospheric Phenomena. Krigagem.

USO DEL GEOPROCESAMIENTO EN LA INTERPOLACIÓN DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS EN EL MUNICIPIO DE JUNCO DEL SERIDÓ, PB

RESUMEN

En el geoprocesamiento, los métodos de interpolación son herramientas utilizadas para generar datos espaciados de una determinada variable a partir de encuestas de datos puntuales. El objetivo del presente trabajo es utilizar ese método aplicado a los fenómenos atmosféricos que actúan en el semiárido brasileño y entender su variabilidad y distribución. Por lo tanto, se utilizó un levantamiento de datos pluviométricos de 20 años y sus promedios anuales y mensuales, posteriormente fue utilizado el método del krigaje a través de software de geoprocesamiento para la distribución y mapeamiento de esos datos atmosféricos. Se generaron tabla, gráfico y mapa para que pueda entender la dinámica atmosférica que actúa en el municipio de Junco do Seridó - PB, con eso, la distribución de esa lluvia en el municipio tiene baja variedad, sin embargo, la variación de promedios anuales durante los 20 años es bastante significativa entre años secos y lluviosos, este último, está directamente ligado a la erosividad en los procesos erosivos que ocurre en el municipio. Por lo tanto, el geoprocesamiento es una herramienta que auxilia a ese tipo de estudio y que puede ayudar a la planificación hídrica como ambiental para que busque ideas de conservación ambiental.

Palavras-chave: Geoprocesamiento. Fenómenos Atmosféricos. Krigagem.

1 INTRODUÇÃO

O semiárido é classificado como BSW'h (classificação de koppen), e com isso possui características de irregularidades espaço-temporal em torno de 500 mm anuais, podendo ocorrer com primazia entre janeiro e junho. As condições climáticas estão impostas por diversos fatores, como o fator do posicionamento relativo à circulação global para a ocorrência do clima semiárido no Nordeste brasileiro, assim como, outras influências que regem a dinâmica atmosférica (NIMER, 1979; CONTI, 1995).

O regime pluviométrico anual possui condições homogêneas, cujas precipitações decrescem da periferia para o interior. A estação chuvosa ocorre de janeiro a abril durante o avanço sul da ZCIT, com máxima no mês de março, conforme o recorrente em toda a porção setentrional nordestina. A tendência é de que os demais meses permaneçam secos e o total anual não exceda 800 mm (NIMER, 1979; CONTI, 1995)

O padrão do clima, dos ventos e ondas na região Nordeste mantém uma estreita relação com o deslocamento ou migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), bem como com as condições meteorológicas no Hemisfério Norte.

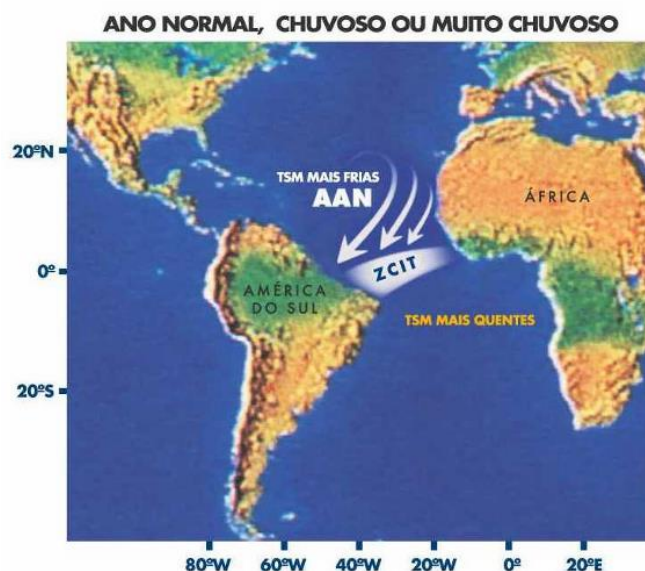




Figura 01 – Representação da Zona de Convergência Intertropical. **Fonte:** Labomar, 2006.

Na Figura 02 as setas indicam a intensificação dos ventos alísios. Quando as águas do Atlântico Norte estão mais frias que o normal, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte e os ventos alísios de nordeste se intensificam. Se neste mesmo período o Atlântico Sul estiver mais quente que o normal, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul e os ventos alísios de sudeste enfraquecem. Este padrão favorece o deslocamento da ZCIT para posições mais ao sul da linha do Equador, e é propício à ocorrência de anos normais, chuvosos ou muito chuvosos para o setor norte do Nordeste do Brasil.

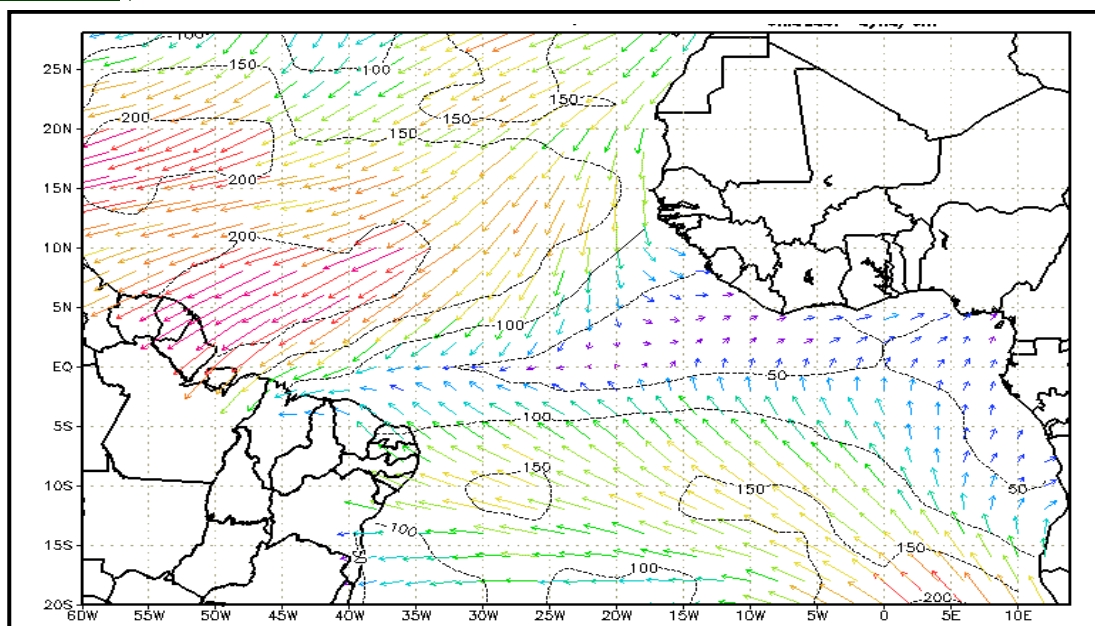


Figura 02 – Direção e confluência dos ventos alísios no Nordeste brasileiro. **Fonte:** LABOMAR, 2006.

Outro fenômeno climático que ocorre no Nordeste é o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) que penetra na região entre os meses de novembro e março, mas com maior intensidade e frequência durante os meses de janeiro e fevereiro. O VCAN corresponde a um sistema atmosférico caracterizado pelo turbilhamento do ar em altos níveis da atmosfera, cobrindo extensas áreas, sendo formadas por um aglomerado de nuvens, originárias no Oceano Atlântico (FERREIRA; MELLO, 2005).

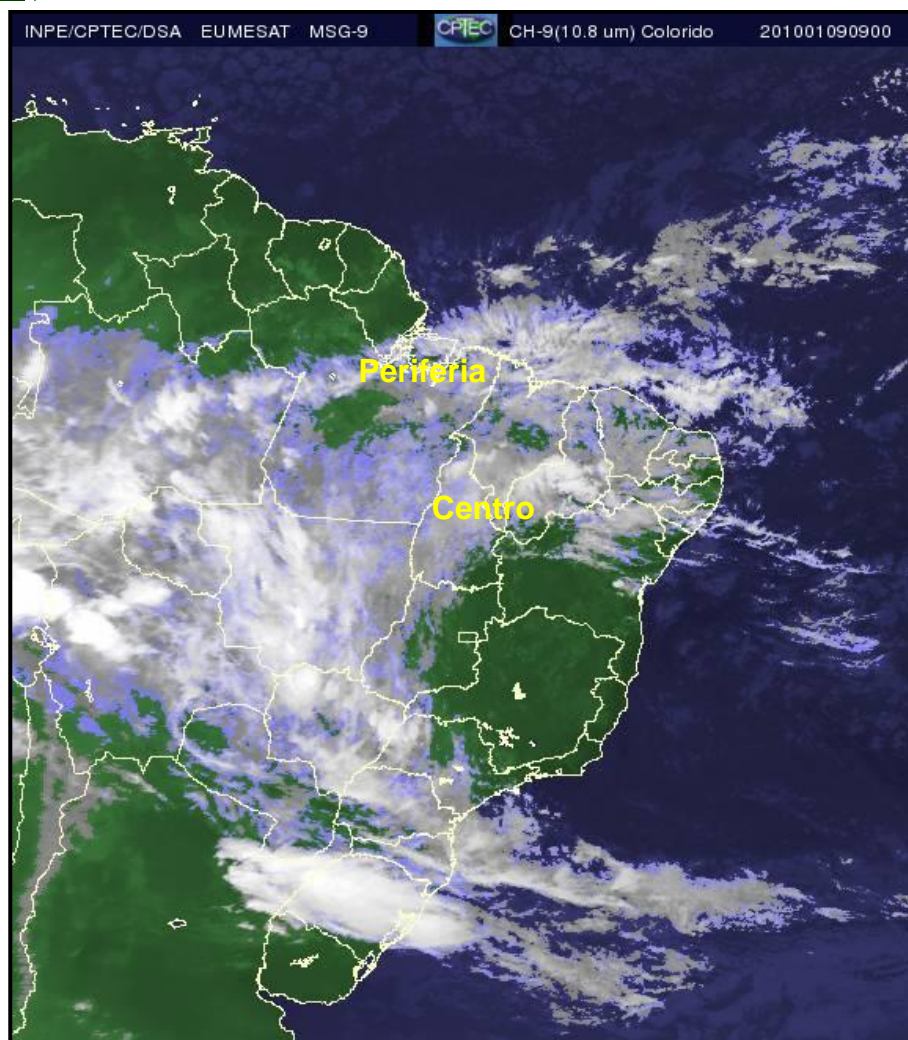


Figura 03 – Imagem de satélite METEOSAT-9 representando o Vórtice Ciclônico Alta Nível. **Fonte:** CPTEC/INPE, satélite Meteosat 9.

Além disso, o último grande sistema atuante são as ondas de leste que Segundo Ferreira e Mello (2005), são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.

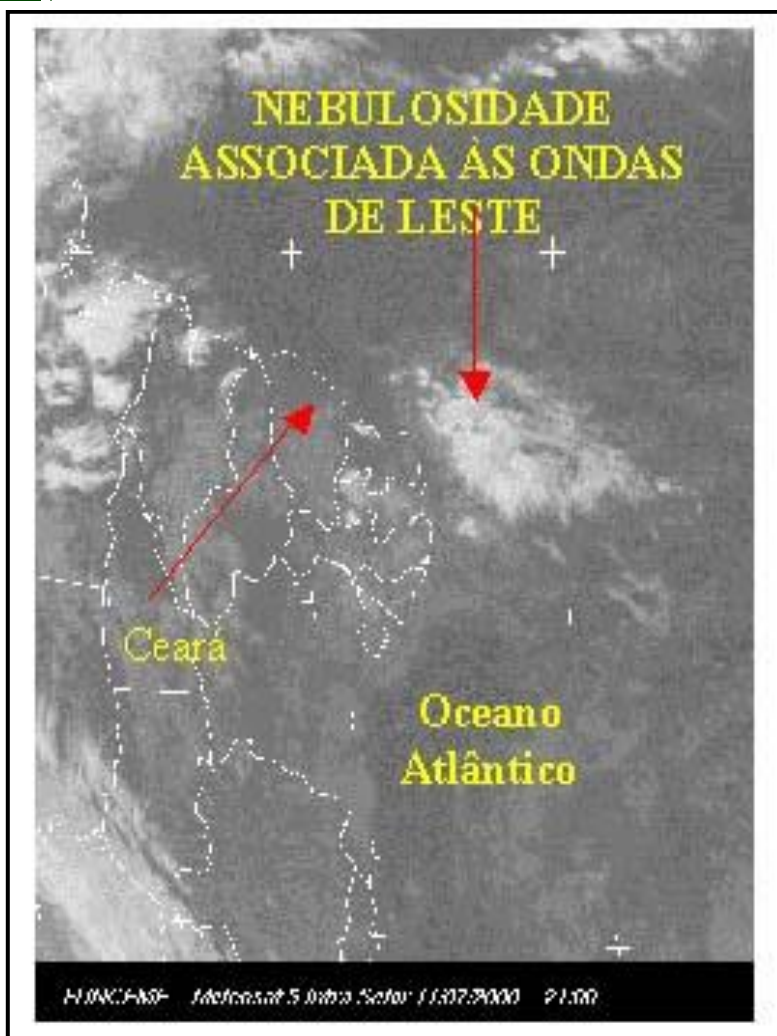


Figura 04 - Imagem de satélite METEOSAT-7 representando as Ondas de Leste. **Fonte:** FUNCEME, in Ferreira e Mello, 2005.

Diante desses fenômenos, a ciência buscou formas de representar a quantidade de chuva através da espacialização desses dados pluviométricos, pois este constitui uma ferramenta importante para o planejamento hídrico e estudos sobre erosão do solo, visto que neste último, a chuva é um dos condicionantes a esse tipo de degradação ambiental.

Na ciência, a ausência de dados climatológicos são um das das limitações frequente para se compreender e modelar a variabilidade espacial e/ou temporal de vários processos meteorológicos de uma área, podendo apresentar erros em suas

variáveis, pois há existência de falhas nos modelos, requerendo uma maior atenção as séries mensais.

Segundo ASSAD *et al.* (2003) em estudos agroclimáticos normalmente são utilizados métodos de interpolação em que não se considera o padrão da variabilidade espacial da variável, sendo a média simples e a média móvel ponderada exemplos destes métodos. A interpolação por krigagem, utiliza a dependência espacial da variável, expressa através do semivariograma, para estimar valores em locais não amostrados sem tendência e com variância mínima utilizando ferramentas do geoprocessamento.

O presente trabalho tem como objetivo fazer a interpolação dos dados pluviométricos obtidos e analisar como o fenômeno interagiu entre 20 anos e como através das médias anuais ele se distribuiu no município de Junco do Seridó.

2 METODOLOGIA

A área de estudo fica localizado na Microrregião do Seridó Ocidental Paraibano que compõe a Mesorregião administrativa da Borborema. No contexto da região Seridó foi dividida e compartilhada entre Rio Grande do Norte e Paraíba, sendo que, a maior parte pertence para o estado potiguar.

O Seridó Oriental Paraibano é constituído pelos municípios de Frei Martinho, Picuí, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Seridó, Cubati, Tenório e Juazeirinho. O Seridó Ocidental Paraibano é constituído pelos municípios Junco do Seridó, Salgadinho, Santa Luzia, Várzea, São Mamede e São José do Sabugi, com uma população total de 38.370 habitantes (IBGE, Contagem da População 2007).

A área de estudo fica localizado no município de Junco do Seridó situa-se na faixa intertropical entre as coordenadas geográficas: 06° 59' 49" S e 36° 42' 46" O (Figura 05). Está localizado na porção centro Norte do Estado da Paraíba, na mesorregião da Borborema e na microrregião do Seridó Ocidental Paraibano limitando-se tais como São José do Sabugi, Equador, Salgadinho, Tenório, Assunção e Santa Luzia. Sua extensão territorial corresponde a uma área de 170,4 km², estando situado a

265 km a oeste da capital do estado, João Pessoa, no acesso pela BR 230 (DINIZ et al, 2013).

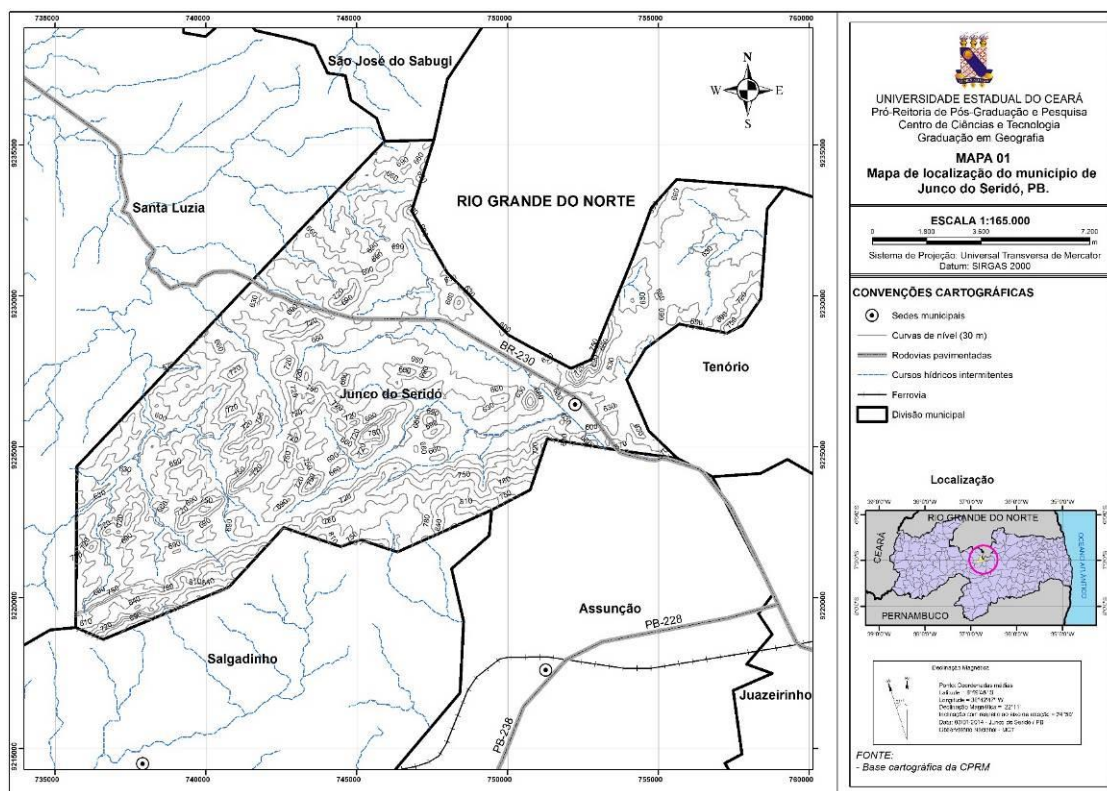


Figura 05 – Localização da área de estudo. Fonte: Rabelo, 2016.

Os procedimentos para análise das condições pluviométricas foram empregados imagens do satélite meteorológico Meteosat 9 (composição colorida), disponibilizado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), o Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, visando à identificação dos sistemas atmosféricos atuantes na região e sua participação nos eventos pluviométricos.

O procedimento metodológico foi realizado a partir de 3 etapas: 1) Tabulação dos dados pluviométricos disponibilizados pela Agência Estadual de Águas da Paraíba (AESPA); 2) Seleção dos postos pluviométricos e 3) Análise geoestatística através da utilização das ferramentas do geoprocessamento.

O mapa pluviométrico teve como base às médias anuais de pelo menos 20 anos dos postos pluviométricos de Junco do Seridó e adjacências utilizando o software de ArcGIS 10 com método geoestatístico da krigagem, que por ser um interpolador

conhecido por vários trabalhos científicos e com margens de erros pequenos comparados a outros interpoladores e métodos. O processo de interpolação compreende um conjunto de estimadores baseados no semivariograma com a equação:

$$Y(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^5 (Z(X_i) - Z(X_i + h)) \quad (1)$$

Segundo Hartkamp *et al.* (1999), a principal característica desse interpolador é por ser do tipo estocástico, que fazem uso da teoria das probabilidades – são incorporados critérios estatísticos que atribuem pesos aos pontos amostrais durante a interpolação. A diferença no método de krigagem está no processo de interpolação, em que são utilizadas técnicas de geoestatística. A metodologia geoestatística procura extrair, de uma aleatoriedade aparente dos dados medidos, as propriedades estruturais probabilísticas do componente regionalizado. Diante disso, é obtida uma função de correlação entre os valores situados em determinada distância e direção no espaço amostrado (LANDIM; STURARO, 2002). Esse método, portanto, foi utilizado para analisar a distribuição das chuvas através das coordenadas dos postos pluviométricos localizados próximos ao município de Junco do Seridó.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O motivo principal das condições meteorológicas serem importante é pelo grau de intemperismo e erosividade que esse recurso natural possui. No semiárido, as chuvas têm características irregulares, mas possui um forte fator de erosão através das chuvas torrenciais que fazem desprender o material pedológico e ser transportado aos vales, com isso seu estudo é fundamental para o entendimento da morfodinâmica.

A presente pesquisa utilizou a interpolação, que foi um procedimento que permitiu construir dados a partir de um conjunto discreto de dados pontuais conhecidos (dados pluviométricos). Tratando-se de um método que possibilitou uma função de conhecer áreas que não foram pontuadas pelas suas abscissas e respectivas ordenadas (imagens).

Assim, este método se constituiu em estimar um parâmetro para o qual não existiram informações disponíveis, considerando-se que os pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais semelhantes do que pontos mais afastados. Segundo Miranda (2005), o processo de interpolação é constituído de duas partes, sendo a primeira a definição de um relacionamento de vizinhança, e o segundo, a definição de qual método calculará os valores desconhecidos, que no presente trabalho foi a Krigagem.

A partir de dados obtidos pelo site da AESA (ver Gráfico 01), é possível a verificação da quantidade pluviométrica ocorrida durante um período de 20 anos. A média pluviométrica do município fica em torno de 578,3 mm, um pouco acima da média estimada de 500 mm estimada pela própria AESA e que tem como classificação de zona semiárida, já mencionada anteriormente.

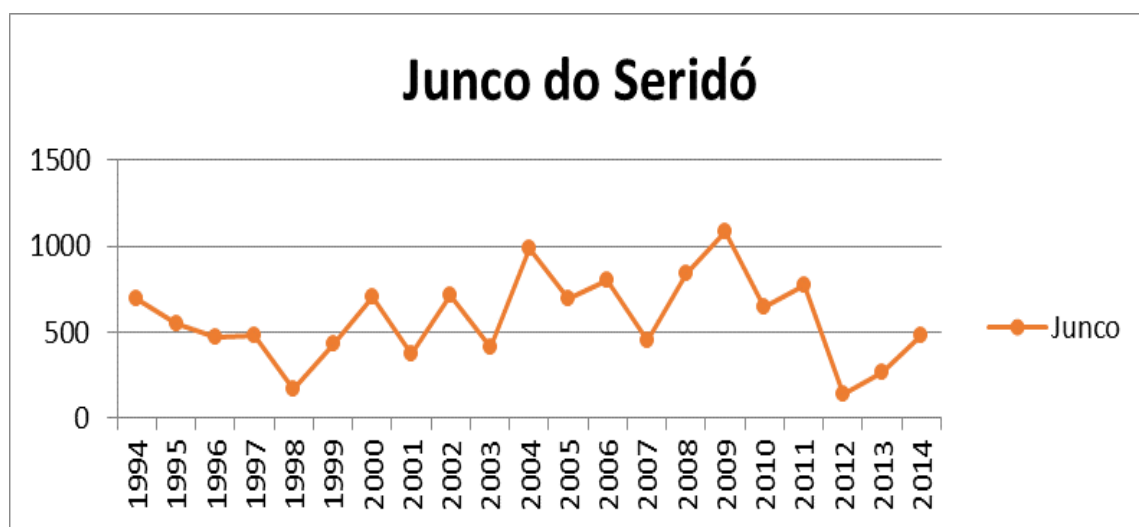


Gráfico 01 – Médias anuais de precipitação do município de Junco do Seridó. **Fonte:** AESA, 2015.

É notável observar e analisar a distribuição anual quantitativa das chuvas durante esse período de 20 anos, houveram eventos que ultrapassaram e muito a média estimada para o semiárido nos anos de 2004, 2006, 2008, 2009 e 2011 (Quadro 01). São os 5 anos mais chuvosos durante o período de 1994 a 2014, com isso, chuvas como no ano de 2009 que teve 1085,4 mm tem uma significância considerável nos processos morfodinâmicos atuantes. Tal fato é que no mês de abril de 2009 e janeiro

de 2004, o município de Junco do Seridó recebeu em um só mês um total de 303,5 mm e 520,6 mm de chuva respectivamente, com isso, dependendo de outras variáveis morfodinâmicas como cobertura vegetal, relevo e solo, os processos morfodinâmicos pode-se ter sido intenso através de processos erosivos em algumas áreas.

MÊS/A NO	2 004	2 006	2 008	2 009	2 011
Jan	5 20,6	0	4 0,5	1 80,8	1 22
Fev	1 69	8 4	5 3,5	1 86,9	6 9,5
Mar	7 2,2	2 10,4	3 44,9	1 49,4	1 05,1
Abr	1 6,5	2 35,4	1 86,4	3 03,5	1 94,8
Mai	6 2	8 4,3	1 42,5	9 1,4	1 67,5
Jun	5 1,6	1 70	8 ,8	7 4,8	3 3
Jul	3 7,6	4 ,5	4 3,5	3 8,4	3 7,3
Ago	1 3,4	8 ,8	0	4 4,2	2 1
Set	2 6,5	0	0	0	0
Out	0	0	0	0	1 9,2
Nov	2 ,4	0	0	0	0

	1		2	1	
Dez	2	0	0	6	7
	9	7	8	1	7
TOTAL	83,8	97,4	40,1	085,4	76,4

Quadro 01 – Totais pluviométricos anuais do município de Junco do Seridó/PB no período dos 5 anos mais chuvosos entre 1994-2014. **Fonte:** AESA, 2015.

Se for analisar os meses chuvosos de cada ano, observa-se que a um predomínio de grande quantidade pluviométrica nos primeiros meses do ano. Tal fato é que pode estar relacionado aos sistemas atmosféricos ZCIT, como já mencionado tem sua característica de quadra chuvosa nos primeiros meses do ano decorrente da migração do sistema atmosférico para o hemisfério sul, encontrando-se no nordeste brasileiro.

Além do mais, o mapeamento realizado no usando o método da krigagem mostra a distribuição das chuvas através dos postos pluviométricos instalados na região. Essa distribuição comprova a irregularidade espacial das chuvas com as médias calculadas dos últimos anos, apesar do método da krigagem não ser um método matemático que condiz 100% com a realidade.

De acordo com a figura 06, há uma predominância na distribuição das chuvas no setor mais localizado ao município de Junco do Seridó, tal fato por estar relacionado as questões geomorfológicas do planalto da Borborema em comparação à depressão sertaneja, que é uma área de sotavento. No entanto, a distribuição mostra uma área que teve baixos índices pluviométricos comparados as outras áreas, pode-se entender que estas áreas dependendo da distribuição mensal dessas chuvas pode não contribuir para fortes impactos relativos aos processos erosivos, mas que pode afetar uma recuperação natural mais rápida da vegetação que já foi degradada na região.

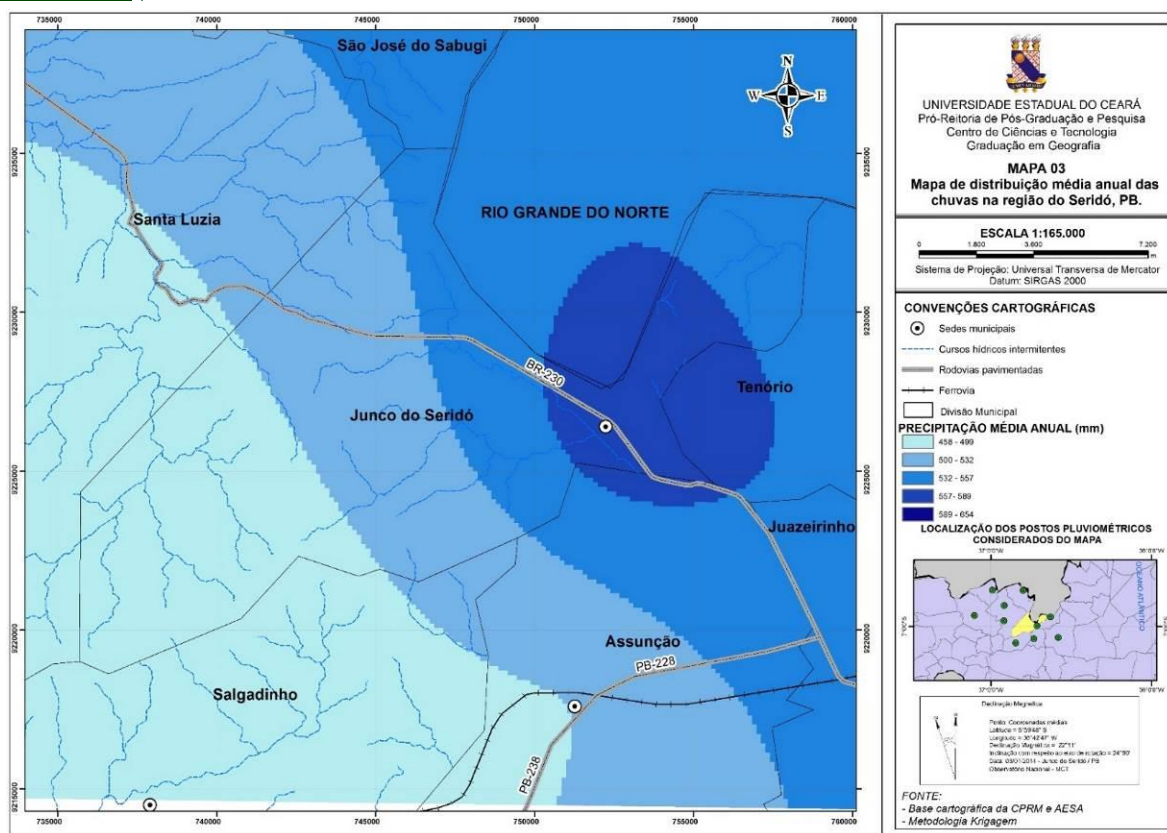


Figura 06 - Distribuição média anual das chuvas na região do Seridó/PB. Fonte: Rabelo, 2016.

A região nordeste do município de Junco do Seridó, onde-se tem um relevo mais plano decorrente de solos arenoso possui grande atividades agropecuárias, sendo essas deixando muitas vezes o solo exposto que quando há uma intensa chuva, por ser o solo de características arenosa, desagrega mais rápido podendo ter uma perda de solo. Apesar de ser um relevo plano, pode-se haver carreamento desses sedimentos, conduzindo assim, a degradação do solo.

Em contrapartida, vários anos também foram abaixo da média histórica para região, e com isso, a erosividade teve pouco potencial para os processos erosivos, se for levada em consideração que não houve tantas chuvas excepcionais diárias. Apesar que se pode compreender que o fator climatológico é o determinante para os processos erosivos, não se pode anexar a ideia que esse fator seja único.

Além dos processos climáticos, outros fatores relacionam-se com a morfodinâmica, como o relevo, o solo e os danos causados ao ambiente, ou seja, a degradação ambiental. Esse entendimento é comum nas ciências da terra e afins, e

detalha o funcionamento dos processos naturais, possibilitando medidas de mitigação ou readequação das intervenções.

O Seridó tem sua gênese ligada às necessidades de separar a criação bovina do cultivo de cana-de-açúcar e das questões relacionadas à conquista de territórios interioranos pela política de interiorização do binômio gado-algodão. O desenvolvimento da pecuária extensiva na região do Seridó, abastecia a zona da mata destinada ao canavial, que respondia aos reclames da divisão internacional do trabalho comandada a partir da Europa.

A região só engata diretamente na divisão internacional do trabalho posteriormente com a produção de algodão, necessária ao abastecimento da indústria têxtil europeia (MACÊDO, 2000). A agricultura de subsistência, visando suprir as demandas alimentares da população regional é outra marca do início da formação regional, que até hoje possui algumas marcas também. Essas foram às bases econômicas que impulsionaram às primeiras ações europeizadas, criando as primeiras próteses do meio técnico no Seridó, esboçando a forma e o conteúdo da região que estava em processo de formação.

Na figura 07, representa a degradação ambiental como todo, onde houveram retirada da cobertura vegetal, e posteriormente, processos erosivos em forma de canais formando sulcos de erosão.



Figura 07 – Erosão em sulco em uma vertente no município de Junco do Seridó. **Fonte:** Autores, 2017.

4 CONCLUSÃO

Diante da climatologia, o trabalho procurou demonstrar sobretudo a possível consequência da quantidade de chuvas intensas e a distribuição dessas chuvas na região. O uso do geoprocessamento auxiliou o entendimento e a espacialização desses dados e fornece dados para um planejamento hídrico e de possíveis conservação em solos degradados por erosão.

A krigagem como método estatístico que leva em consideração a posição e a relação entre os dados, é necessário observar a variância dos dados para concluir sobre os resultados da interpolação. Aos fazermos a estatística dos dados coletados, tem que se ter atenção que é uma média, e como o clima semiárido ela tem características irregulares, as vezes essas médias tem que ser analisadas com cuidado, visto que a média pode mascarar o que realmente está acontecendo como uma média baixa para os padrões, mas que um dia choveu quase uma média por um

mês, levando-se a possibilidade de ter um grande poder erosivo dessa chuva nesse dia.

Diante disso, concordando com Landim (2000), a interpolação é considerada boa quando:

- a superfície interpolada ajusta-se aos dados dentro de um limite arbitrário definido pelo usuário;
- a superfície interpolada é contínua e suave em todos os locais;
- cada valor interpolado depende apenas do subgrupo local de dados, cujos membros são determinados somente pela configuração dos dados que são próximos ao ponto interpolado;
- o método de interpolação pode ser aplicado a todas as configurações e padrões de densidade dos dados.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E. D. et al. **Avaliação de métodos geoestatísticos na espacialização de índices agrometeorológicos para definir riscos climáticos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n. 2, p.161-171. 2003.
- CONTI, José Bueno; FURLAN, Sueli Angelo. **Geoecologia: o clima, os solos e a biota**. In: ROSS, Jurandyr L. (org). Geografia do Brasil. 2ed. São Paulo: Edusp, 1995.
- DINIZ, M.T.M; ALMEIDA, I.C.S; SILVA, S.D.R; PEREIRA, E.M. **Pedologia e análise da paisagem: interações ambientais em Junco do Seridó/PB**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.35, v.1, p.90-111, jan./jul.2013.
- FERREIRA, A. G. e MELLO, N. G. da S. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região**. Revista Brasileira de Climatologia, vol. 1, nº 1, Presidente Prudente, 2005.
- HARTKAMP, A.D.; DE BEURS, K.; STEIN, A. & WHITE, J.W. 1999. **Interpolation Techniques for Climate Variables**. NRG-GIS Series 99-01. Mexico, D.F.: CIMMYT, 34p.
- LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. Rio Claro: IGCE/UNESP, Lab. Geomatemática, Texto Didático 06. 2002.

NIMER, E., 1979. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE. Volume 4.

MACEDO, H. A. M. de. Quando o Sertão se descobre: os documentos pombalenses e a redescoberta da História do Seridó Colonial. O Galo – Jornal Cultural. Natal: Fundação José Augusto, ano XI, nº 4, abril/maio de 2000. p. 19-22.

MIRANDA, J. I. EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Fundamentos de sistemas de informações geográficas. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.